



स्मार्ट सिंचाई प्रणाली: पानी बचाएं एवं पैदावार बढ़ाएं

रमेश चन्द बुनकर¹, लक्षिता चौहान², अमन वर्मा³ एवं एस के मीणा⁴

¹डेयरी विस्तार विभाग, भा.कृ.अनु.प.— राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान, करनाल— 132001 हरियाणा, भारत

²प्रसार शिक्षा विभाग, राजस्थान कृषि महाविद्यालय, महाराणा प्रताप कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, उदयपुर— 313001 राजस्थान, भारत

³कृषि विभाग, इंटीग्रल कृषि विज्ञान एवं प्रौद्योगिक संस्थान, इंटीग्रल विश्वविद्यालय, लखनऊ—226026, उत्तर प्रदेश, भारत

⁴कृषि प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान, जोन 2, जोधपुर— 342005 राजस्थान, भारत

ईमेल: rameshdri.icar@gmail.com

भारत एक कृषि प्रधान देश है जहां लगभग 60 प्रतिशत आबादी कृषि पर निर्भर है। हालांकि, बढ़ती जनसंख्या, जलवायु परिवर्तन और भूजल के अत्यधिक दोहन के कारण देश में जल संकट गहराता जा रहा है। वर्तमान में भारत में विश्व की 18 प्रतिशत जनसंख्या निवास करती है, लेकिन उसके पास मीठे जल के केवल 4 प्रतिशत संसाधन हैं, जिससे यह विश्व स्तर पर सबसे अधिक जल-तनावग्रस्त देशों में से एक बन गया है। देश के कुल बोये गये क्षेत्रफल का लगभग 53 प्रतिशत कृषि वर्षा आधारित है, जबकि कृषि क्षेत्र देश के लगभग 80 प्रतिशत ताजे पानी का उपयोग करता है। इस गंभीर स्थिति में स्मार्ट सिंचाई प्रणाली एक क्रांतिकारी समाधान के रूप में उभरी है। यह आधुनिक तकनीक पारंपरिक सिंचाई विधियों की तुलना में जल उपयोग को 50 प्रतिशत तक कम कर सकती है और साथ ही फसल उत्पादन में 10-22 प्रतिशत की वृद्धि कर सकती है।

परिचय

स्मार्ट सिंचाई, सिंचाई का एक आधुनिक तरीका है जो बाहरी जल उपयोग को अनुकूलित करने और पौधों के स्वास्थ्य को बेहतर बनाने के लिए उन्नत तकनीक का उपयोग करता है। यह प्रणाली सेंसर, मौसम की जानकारी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, और स्मार्टफोन ऐप्स को मिलाकर फसलों को आवश्यक मात्रा में पानी प्रदान करती है।

स्मार्ट सिंचाई के मुख्य घटक

1. **सेंसर प्रणाली:** मिट्टी की नमी, तापमान, आर्द्रता और वर्षा को मापने वाले सेंसर खेत में लगाए जाते हैं। ये सेंसर वास्तविक समय में डेटा एकत्र करते हैं और किसानों को बताते हैं कि मिट्टी को कितनी नमी की आवश्यकता है।
2. **नियंत्रक:** स्वचालित वाल्व, पंप और सिंचाई नियंत्रक जो सेंसर से प्राप्त डेटा के आधार पर पानी के प्रवाह को नियंत्रित करते हैं।
3. **संचार प्रणाली:** वायरलेस, सेलुलर या इंटरनेट कनेक्टिविटी के माध्यम से डेटा का आदान-प्रदान होता है।
4. **सॉफ्टवेयर:** डेटा विश्लेषण, पूर्वानुमान और निर्णय-समर्थन प्रणाली जो सिंचाई के समय और मात्रा का निर्धारण करती है।
5. **विद्युत आपूर्ति:** सौर ऊर्जा, बैटरी या ग्रिड विद्युत से संचालित।
6. **कार्य प्रणाली:** स्मार्ट सिंचाई प्रणाली एक स्वचालित चक्र में काम करती है। सबसे पहले, खेत में लगे सेंसर मिट्टी की स्थिति और मौसम के पूर्वानुमान की निगरानी करते हैं। यह डेटा नियंत्रक को प्रेषित किया जाता है, जहां एल्गोरिदम इसका विश्लेषण करते हैं। नियंत्रक फिर सिंचाई कार्यक्रम और जल अनुप्रयोग को समायोजित करता है। स्वचालित वाल्व और पंप आवश्यकतानुसार जल वितरित करते हैं और प्रणाली वास्तविक समय में निगरानी और समायोजन करता रहता है।



स्मार्ट सिंचाई की प्रमुख विधियाँ

ड्रिप सिंचाई (बूंद-बूंद सिंचाई): ड्रिप सिंचाई सबसे कुशल सिंचाई विधियों में से एक है। इसमें पानी बूंद-बूंद करके सीधे पौधों की जड़ों तक पहुंचाया जाता है। प्लास्टिक पाइप में छोटे-छोटे छिद्रों के माध्यम से पानी धीरे-धीरे निकलता है।

ड्रिप सिंचाई के लाभ:

- जल संरक्षण: पारंपरिक सिंचाई की तुलना में 70 प्रतिशत तक पानी की बचत होती है। वाष्पीकरण और बहाव में कमी आती है।
- पैदावार में वृद्धि: टमाटर में 20-90 प्रतिशत और अंगूर में 30 प्रतिशत तक पैदावार वृद्धि देखी गई है।
- ऊर्जा दक्षता: कम दबाव पर काम करने से बिजली की खपत कम होती है।
- खरपतवार नियंत्रण: केवल पौधों की जड़ों को पानी मिलने से खरपतवार की वृद्धि कम होती है।
- मृदा क्षरण में कमी: पानी की धीमी और समान आपूर्ति से मिट्टी का कटाव रुकता है।

स्प्रिंकलर सिंचाई: स्प्रिंकलर सिंचाई कृत्रिम वर्षा की तरह काम करती है। इसमें पानी को हवा में छिड़का जाता है, जो फिर बारिश की तरह पौधों पर गिरता है।

स्प्रिंकलर सिंचाई के लाभ:

- समान जल वितरण: फसलों को एक समान पानी मिलता है।
- पानी की बचत: पारंपरिक बाढ़ सिंचाई की तुलना में 30-50 प्रतिशत पानी की बचत।
- उपज में वृद्धि: गेहूँ की खेती में 20 प्रतिशत तक पैदावार वृद्धि दर्ज की गई है।
- असमान भूमि के लिए उपयुक्त ढलान वाली और असमतल भूमि पर भी प्रभावी।
- मृदा स्वास्थ्य: मिट्टी के पोषक तत्वों को बनाए रखने में सहायक।

सेंसर-आधारित सिंचाई:

यह सबसे उन्नत स्मार्ट सिंचाई विधि है जिसमें इंटरनेट ऑफ थिंग्स सेंसर का उपयोग किया जाता है। खेत में मिट्टी की नमी जांचने के लिए सेंसर लगाए जाते हैं। ये सेंसर वास्तविक समय में मिट्टी की नमी, तापमान और पोषक तत्वों का आँकड़े किसानों के स्मार्टफोन तक पहुंचाते हैं। जब नमी का स्तर पूर्व-निर्धारित सीमा से नीचे गिरता है, तो सिस्टम स्वचालित रूप से सिंचाई शुरू कर देता है और जब नमी पर्याप्त हो जाती है, तो बंद हो जाता है।

सेंसर-आधारित सिंचाई के लाभ:

- अधिक सिंचाई से बचाव
- पानी और बिजली की बचत
- दूर से निगरानी की सुविधा
- श्रम लागत में कमी

कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग आधारित सिंचाई: कृत्रिम बुद्धिमत्ता सिंचाई प्रणालियों को और अधिक बुद्धिमान बना रही है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता एल्गोरिदम मिट्टी की नमी, जलवायु आँकड़े, और फसल-विशिष्ट जल आवश्यकताओं का विश्लेषण करके सिंचाई कार्यक्रम को अनुकूलित करते हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता सिंचाई की विशेषताएं:

- मौसम पूर्वानुमान के साथ एकीकरण



- फसल-विशिष्ट सिंचाई संस्तुति
- रिसाव और खराबी का स्वचालित पता लगाना
- निरंतर सीखने और सुधार की क्षमता

तेलंगाना और अन्य राज्यों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता-आधारित सिंचाई परियोजनाओं ने किसानों को पानी की खपत में 35 प्रतिशत तक की कमी करने में सक्षम बनाया है।

स्मार्ट सिंचाई के समग्र लाभ:

- ❖ **जल संरक्षण:** स्मार्ट सिंचाई प्रणालियां पारंपरिक तरीकों की तुलना में पानी के उपयोग को 50 प्रतिशत तक कम कर सकती हैं। ड्रिप पाइप पारंपरिक तरीकों की तुलना में 90-100 प्रतिशत अधिक पानी संरक्षित करती हैं।
- ❖ **फसल उत्पादन में वृद्धि:** अनुकूलित जल प्रबंधन से फसल उत्पादन में 10-22 प्रतिशत की वृद्धि होती है। ड्रिप फर्टिगेशन से गेहूँ की पैदावार में 10.4-12.6 प्रतिशत की वृद्धि दर्ज की गई है।
- ❖ **लागत बचत:** पानी, ऊर्जा और श्रम पर खर्च में कमी आती है। स्वचालित प्रणालियां मैनुअल हस्तक्षेप को न्यूनतम करती हैं।
- ❖ **पर्यावरणीय लाभ:** जल संसाधनों का कुशल उपयोग भूजल स्तर को बनाए रखने में मदद करता है। कम पानी के उपयोग से पम्पिंग से जुड़े कार्बन उत्सर्जन में भी कमी आती है।
- ❖ **उन्नत फसल गुणवत्ता:** सही मात्रा में और सही समय पर पानी मिलने से फसल की गुणवत्ता में सुधार होता है।

भारत सरकार की पहल और योजनाएँ:

प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना: वर्ष 2015 में शुरू की गई इस व्यापक योजना का उद्देश्य "हर खेत को पानी" पहुंचाना है। योजना के तहत 93,068 करोड़ रुपये का परिव्यय 2021-22 से 2025-26 तक के लिए मंजूर किया गया है।

योजना के मुख्य घटक:

- प्रति बूंद अधिक फसल: ड्रिप और स्प्रिंकलर सिंचाई के माध्यम से जल उपयोग दक्षता बढ़ाना।
- हर खेत को पानी: लघु सिंचाई के माध्यम से नए जल स्रोत निर्मित करना।
- जलागम विकास: वर्षा जल संचयन और मिट्टी संरक्षण।

अनुदान और वित्तीय सहायता: सरकार सूक्ष्म सिंचाई के लिए अनुदान प्रदान करती है:

- छोटे और सीमांत किसान: 55 प्रतिशत अनुदान
- अन्य किसान: 45 प्रतिशत अनुदान
- पूर्वोत्तर और हिमालयी राज्य: 25 प्रतिशत अतिरिक्त इकाई लागत
- कम सूक्ष्म सिंचाई वाले राज्य: 15 प्रतिशत अतिरिक्त

कुछ राज्य जैसे तेलंगाना में अनुसूचित जाति और अनुसूचित जनजाति किसानों को 100 प्रतिशत और पिछड़ा वर्ग किसानों को 90 प्रतिशत अनुदान मिलती है।

प्रधानमंत्री किसान ऊर्जा सुरक्षा एवं उत्थान महाभियान योजना: किसानों की ऊर्जा सुरक्षा के लिए यह योजना सौर पंप स्थापना को बढ़ावा देती है:



- ❖ घटक-ए: बंजर पड़ी हुई भूमि पर छोटे, ग्रिड-संयुक्त सौर ऊर्जा संयंत्र स्थापित करने से संबंधित है।
- ❖ घटक-बी: इस का ध्यान 7.5 हॉर्सपावर (एचपी) तक के स्वतंत्र (स्टैंडअलोन) सौर कृषि पंपों की स्थापना पर केंद्रित है।
- ❖ घटक-सी: ग्रिड से जुड़े कृषि पंपों का सौरीकरण
- ❖ सब्सिडी: केंद्र से 30 प्रतिशत और राज्य से 45 प्रतिशत तक, कुल 75 प्रतिशत तक अनुदान

सूक्ष्म सिंचाई निधि: राष्ट्रीय कृषि और ग्रामीण विकास बैंक (नाबार्ड) के साथ 5000 करोड़ रुपये के प्रारंभिक कोष के साथ यह निधि राज्यों को माइक्रो इरीगेशन के विस्तार के लिए कम ब्याज पर ऋण प्रदान करता है। केंद्र सरकार 3 प्रतिशत ब्याज पर अनुदान देती है।

स्मार्ट सिंचाई की चुनौतियाँ:

- ❖ **प्रारंभिक निवेश:** स्मार्ट सिंचाई प्रणाली की स्थापना लागत पारंपरिक तरीकों से अधिक है। हालांकि, सरकारी सब्सिडी इस बोझ को काफी कम करती है।
- ❖ **तकनीकी ज्ञान की कमी:** कई किसानों के पास इंटरनेट ऑफ थिंग्स, सेंसर और स्मार्ट नियंत्रकों को संचालित करने का प्रशिक्षण नहीं है।
- ❖ **रखरखाव और मरम्मत:** नियमित रखरखाव की आवश्यकता और पुर्जों की उपलब्धता एक चुनौती हो सकती है।
- ❖ **ऑकड़ों की सटीकता और साइबर सुरक्षा:** सेंसर की सटीकता और ऑकड़ों की सुरक्षा महत्वपूर्ण है।
- ❖ **बिजली की अनियमित आपूर्ति:** ग्रामीण क्षेत्रों में बिजली की अनियमित आपूर्ति एक बड़ी बाधा है, जिसे सौर ऊर्जा समाधान से दूर किया जा सकता है।

भविष्य की संभावनाएं:

- ❖ **कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग का एकीकरण:** भविष्य में कृत्रिम बुद्धिमत्ता मॉडल लगातार क्षेत्र के ऑकड़ों से सीखेंगे और मौसमी परिस्थितियों के अनुसार सिफारिशों को अनुकूलित करेंगे।
- ❖ **ड्रोन और उपग्रह इमेजिंग:** ड्रोन और उपग्रह आधारित निगरानी से बड़े क्षेत्रों की फसल स्वास्थ्य और सिंचाई आवश्यकताओं का आकलन आसान होगा।
- ❖ **इंटरनेट ऑफ थिंग्स पारिस्थितिकी तंत्र का विस्तार:** अधिक उन्नत और सस्ते सेंसर, बेहतर संयोजकता और क्लाउड-आधारित प्लेटफॉर्म स्मार्ट सिंचाई को और अधिक सुलभ बनाएंगे।
- ❖ **नवीकरणीय ऊर्जा का एकीकरण:** सौर पंप और बैटरी भंडारण के साथ एकीकरण से प्रणाली की स्थिरता और पर्यावरण अनुकूलता बढ़ेगी।

शहरी और आवासीय क्षेत्रों में विस्तार स्मार्ट सिंचाई केवल खेतों तक सीमित नहीं रहेगी, बल्कि बगीचों, पार्कों और शहरी हरित क्षेत्रों में भी इसका उपयोग बढ़ेगा।

निष्कर्ष:

भारत में बढ़ते जल संकट और कृषि की बढ़ती मांग के बीच, स्मार्ट सिंचाई प्रणाली एक आवश्यक समाधान के रूप में उभरी है। यह न केवल पानी की बचत करती है, बल्कि फसल उत्पादन में भी वृद्धि करती है। टपक सिंचाई, फव्वारा सिंचाई और इंटरनेट ऑफ थिंग्स-आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणालियां किसानों को अपनी खेती को अधिक टिकाऊ और लाभदायक बनाने का अवसर प्रदान करती हैं। सरकार की विभिन्न योजनाओं जैसे प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना और प्रधानमंत्री किसान ऊर्जा सुरक्षा एवं उत्थान महाभियान के माध्यम से अनुदान उपलब्ध है, जो इन प्रणालियों को किसानों के लिए सुलभ बनाती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग के साथ एकीकरण इन प्रणालियों को भविष्य में और अधिक बुद्धिमान और प्रभावी बनाएगा।



“प्रति बूंद अधिक फसल” का मंत्र न केवल एक नारा है, बल्कि भारतीय कृषि के सतत विकास की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। प्रत्येक किसान जो स्मार्ट सिंचाई अपनाता है, वह न केवल अपनी आजीविका में सुधार करता है, बल्कि देश की जल सुरक्षा और खाद्य सुरक्षा में भी योगदान देता है।